

고추냉이가 배추김치의 발효 중 이화학적 특성에 미치는 영향

장명숙[†] · 박정은

단국대학교 식품영양학과

Effects of Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum) on the Physicochemical Characteristics of *Baechu Kimchi* during Fermentation

Myung Sook Jang[†] and Jung Eun Park

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Gyeonggi-do 448-160, Korea

Abstract

In this study, we explored the application of Wasabi addition to *baechu kimchi* with regard to quality improvement, by reviewing the optimum Wasabi level and its effects on the product physicochemical characteristics during fermentation. The final weight percentages of Wasabi in the *baechu kimchi* were adjusted to 0, 2, 3, 4, and 5% per weight of *baechu*, respectively, and the samples were fermented for 35 days at 10°C. Following fermentation, the treatments over 3% Wasabi contained the highest pH and lowest total acidity values. Total vitamin C and reducing sugar content increased initially, up to certain fermentation times depending on the level of Wasabi contents within the treatments over 3% Wasabi, and decreased afterwards. The water soluble pectin content increased as the fermentation period increased; however, it decreased with increasing levels of Wasabi. In conclusion, the optimum levels of added Wasabi in the *baechu kimchi* were 3% and 5% per weight of *baechu*, to have a fermentation-retarding effect on the product.

Key words: *baechu kimchi*, Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum), fermentation, physicochemical characteristics, water soluble pectin

서 론

고추냉이(*Wasabia japonica* Matsum)는 십자화과에 속하는 다년생 식물로 한랭한 계곡에서 자생하며 냉지에서 재배된다. 고추냉이의 성분으로 sinigrin과 신미성분인 allyl-isothiocyanate를 함유하고 있고, allyl-isothiocyanate는 세균, 효모, 곰팡이와 대장균 성장을 억제하는 효과(1-6)가 있는 것으로 식품에 강한 방부작용을 하고 식품의 맛을 좋게 하고 식욕 및 소화 작용을 돕는 효과 등이 알려져 있다.

김치는 우리나라 전통 채소발효식품으로서 오랫동안 한국인의 식생활에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있으며(7), 최근 세계적으로 한국을 대표하는 음식으로 알려지고 있다. 또한 사회구조의 변화와 외식산업의 발달 등으로 김치의 산업적인 생산의 필요성이 요구되고 있다. 그러나 김치 산업에 있어서 가장 큰 문제는 발효 과정을 거치는 동안 산도의 증가와 연부 현상으로 식품으로서의 가치가 떨어지게 되어 일정한 품질 유지가 어렵다는 것이다(8). 이에 김치의 저장성을 향상시키고, 과숙 현상을 억제하여 가식기간을 연장하여 김치가 상업성이 있는 제품으로 발전시키기 위하여 여러 연

구가 수행되고 있다(8,9).

최근 소비자들이 식품에 화학적 합성보존료보다 인체에 무해한 천연재료를 사용하고자 하는 욕구가 증가하고 있는 추세로 김치 산업에서도 김치 고유의 맛과 색에 영향을 주지 않으면서 맛과 저장성을 향상시키는 천연물 대체 보존료 개발에 관한 연구들이 이루어지고 있고, 앞으로도 천연물로부터 항균성 물질을 탐색하여 김치고유의 맛과 품질에 영향을 미치지 않으면서 저장성을 향상시킬 수 있는 연구가 더욱 활발하게 진행되어야 할 것이다. 천연 첨가제를 이용하여 배추김치의 저장성을 향상시키기 위한 연구의 일환으로 고추냉이는 개운한 맛과 청아한 맛을 가지고 있어 배추김치의 맛과 잘 어울릴 것으로 기대되고, 높은 항균성으로 김치의 저장기간을 연장시켜 줄 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 맛과 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되는 고추냉이 뿌리를 이용하여 배추김치에 첨가하였을 때의 이화학적 특성에 미치는 영향을 알아보고, 배추김치의 저장성 향상을 위한 천연 첨가제로서의 고추냉이의 이용가능성과 배추김치 산업화 가능성을 모색하고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: msjang1@dankook.ac.kr
Phone: 82-31-8005-3174, Fax: 82-31-8005-3170

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 배추(태백, 고창산)는 포기 중량이 2.5 kg인 것을, 부재료인 마늘, 파, 생강, 멸치액젓(청정원), 소금(천일염, 해표)은 2005년 12월 농협하나로 마트에서 구입하였다. 고춧가루는 경상북도 안동의 태양초를 건조분말화한 것을 사용하였고, 고추냉이 뿌리(이하 고추냉이)는 전라북도 진안의 (주)와사비 코리아에서 2005년 12월에 제공 받아 사용하였다.

김치 담그기

배추는 겉잎을 3~4번째까지 떼어 내고부터 1번으로 하여 21~22번째까지의 속잎을 깨끗이 씻고, 마지막으로 증류수로 행구어 물기를 뺀 후 양끝에서 2 cm씩 잘라내어 2등분으로 갈라 3×3 cm로 썰어서 준비하였다. 고추냉이 뿌리는 깨끗이 씻어 껍질을 벗기고 믹서(MR 4050 CA, Braun, Spain)로 곱게 갈아 준비하였다. 부재료인 마늘과 생강은 껍질을 벗긴 뒤 깨끗이 씻어 각각 믹서(MR 4050 CA, Braun, Spain)로 곱게 갈고, 파는 흰 부분만 3 cm의 길이로 가늘게 채를 썰어 준비하였다.

썰은 배추는 15%의 염수를 만들어 배추와 절임수가 1:2(w/v)가 되도록 한 후 2시간 절임하였고, 수돗물로 3회, 최종 증류수로 1회 세척한 후 30분간 탈수하였다. 김치 담금 시 부재료는 절임배추 100 g당 고춧가루 3 g, 마늘 2 g, 파 1.5 g, 생강 0.5 g, 멸치액젓 0.75 g을 넣어 버무렸다. 최종 염농도는 Mohr의 방법을 사용하여 2.5%가 되도록 맞추었다. 이 때의 절임수온은 20±1°C였고, 실온은 21±1°C였다.

실험처리구

고추냉이는 배추 무게에 대하여 0, 2, 3, 4, 5% 비율로 고춧가루 양념에 첨가하였다. 배추김치는 만든 즉시 각각 진공포장용 필름에 800 g씩 담아 밀봉한 후 10°C에서 35일 동안 발효시키면서 이화학적 특성을 보았다.

pH 측정

배추김치 시료는 100 g을 믹서기(MR 4050 CA, Braun, Spain)로 30초간 분쇄하고, 2겹의 거즈를 사용해서 여과한 후 그 여과액을 10 mL씩 취하여 실온에서 pH meter(model 420A, Orion, USA)를 사용하여 측정하였다.

총산 측정

pH 측정용 시험용액 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3까지 중화시키는데 소비된 0.1 N NaOH의 소비 mL를 lactic acid(% w/w)로 표시하였다.

총비타민 C 측정

총비타민 C 함량은 2,4-DNP(dinitro phenyl hydrazine)법(10)에 따라 정량하였다. 줄기와 잎이 고르게 포함되도록 하

여 혼합 분쇄한 김치 25 g에 2%의 thiourea 20 mL 가하고, 5% meta phosphoric acid 30 mL를 가하여 Whatman No. 1로 여과하여 100 mL로 정용한 시료액을 시험용액으로 사용하였다. 시험용액 중 2 mL씩을 시험관에 취하여 2% thiourea 2 mL와 0.03% dichlorophenolindophenol(DCP) 용액 1 mL를 넣고, 2%의 2,4-dinitrophenyl hydrazine 용액 1 mL를 가하여 50°C에서 1시간 방치하여 osazone을 형성시킨 후 반응액에 85% H₂SO₄ 5 mL를 뷰렛으로 서서히 가하여 vortex mixer로 잘 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 분광광도계(model 340, Sequoia-Turner, USA)를 사용하고 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때의 총비타민 C의 함량은 표준품인 L-ascorbic acid를 사용하여 동일한 실험법으로 작성된 표준곡선으로부터 구하였다.

환원당 측정

환원당 함량은 표준곡선 안에 당 농도가 들어오게 희석한 후 DNS(dinitro salicylic acid) 방법(11)을 사용하여 분석하였다. 희석한 시료액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣고 5분간 끓인 후 실온에서 냉각하였다. 16 mL의 증류수를 넣고 혼합한 후 분광광도계(model 340, Sequoia-Turner, USA)를 사용하여 550 nm의 흡광도에서 측정하였다. 사용한 DNS시약의 표준곡선에 의해서 glucose 함량으로 나타내었다.

수용성 펙틴 측정

수용성 펙틴은 m-hydroxydiphenyl법(12)으로 측정하였다. 배추김치 200 g에 증류수 200 mL를 넣어 Osterizer의 'mince' 강도로 1분간 갈았다. 이것을 mechanical stirrer를 이용하여 1시간 동안 stirring한 다음 감압여과(Whatman No. 2)한 후 이 여과액을 증류수로 500 mL로 정용하여 수용성 펙틴 시험용액으로 하였다. 수용성 펙틴용액 1 mL를 얼음 상자에서 5분간 방치한 뒤 황산용액에 녹인 0.0125 M sodium tetraborate 6 mL를 첨가하여 혼합하였다. 혼합한 후 100°C 항온수조에 넣어 5분간 끓인 후, 얼음상자에 넣어 5분간 방치하여 식히고 나서 0.15%(w/v) NaOH에 녹인 0.15%(w/v) m-hydroxydiphenyl를 0.1 mL 첨가하였다. 완전히 혼합한 뒤 20분간 방치하여 520 nm에서 분광광도계(model 340, Sequoia-Turner, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하여 수용성 펙틴 함량을 계산하였다. 이때 표준물질은 galacturonic acid를 사용하였다.

결과 및 고찰

pH

고추냉이 첨가량을 0, 2, 3, 4, 5%로 각각 달리하여 담근 배추김치를 10°C에서 35일간 저장하면서 pH를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 담금 직후의 pH는 시료간의 차이를 보이지 않았고, 발효 2일부터 8일까지 모든 처리구가 급격하게 감소하였다. 전반적으로 0% 처리구가 가장 낮은 pH를 보였고,

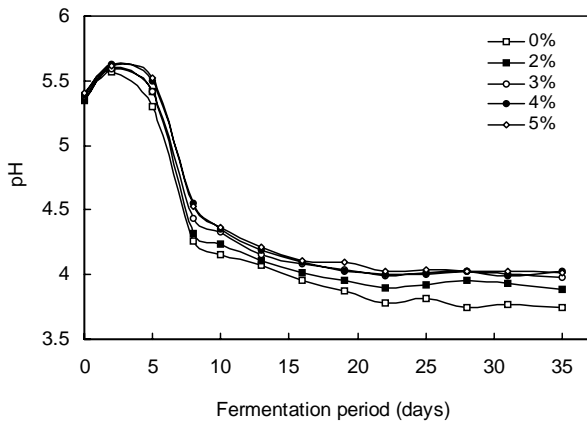


Fig. 1. Changes in pH of *baechu kimchi* prepared with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 35 days.

고추냉이 첨가량이 증가할수록 높은 pH를 나타내었다.

배추김치를 먹기에 가장 적당한 적숙기는 pH 4.2~4.4(13)라고 하였는데, 본 실험 결과에서 보면 대조구인 0% 처리구는 발효 8일, 2% 처리구는 발효 8~10일, 3%와 4% 처리구는 발효 10~13일 그리고 7% 처리구는 발효 10~16일까지 적숙기의 pH를 유지하여 고추냉이 첨가량이 증가할수록 적숙기의 pH를 오랫동안 유지하는 것을 알 수 있었다. 또한 고추냉이 3% 이상 첨가한 처리구의 경우 적숙기 이후의 pH가 0%와 2% 처리구에 비해 완만하게 감소하였고, 발효 35일까지도 pH 4.0을 유지하였다. 이런 결과는 Jang과 Park(14)의 연구에서 동치미의 적숙기부터 발효 말기까지의 발효를 고추냉이가 지연시켜 주어 적숙기의 pH를 오랫동안 유지시켜 준다는 결과와 일치하여 고추냉이가 배추김치의 발효를 지연시켜 줌을 알 수 있었다.

발효 초기부터 발효 19일까지는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 높은 pH를 유지하여 발효를 지연시켜 주었고, 발효 22일 이후부터는 3%, 4%와 5% 처리구의 pH에 큰 차이를 보이지 않아 고추냉이 첨가량이 3% 이상인 경우 발효를 지연시켜 주는 효과가 있었다.

총산

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 배추김치의 총산의 변화는 Fig. 2와 같다. 담금 직후의 산도는 처리구간에 차이를 보이지 않았고, 발효가 진행되면서 점차로 증가하였다. 발효 초기부터 말기까지 0% 처리구의 총산이 가장 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 낮은 총산을 보여 고추냉이 첨가가 배추김치의 발효를 지연시켜 주었다. 2% 처리구의 경우 0% 처리구보다는 낮은 총산을 보였지만 발효 13일 이후부터는 3% 이상 첨가한 처리구에 비해 높은 총산을 보이면서 발효가 빨리 진행되었다. 고추냉이를 첨가할 경우 배추김치의 발효를 지연시켜 주었고, 발효 22일부터 발효 말기까지는 고추냉이 3% 이상 첨가한 처리구 사이에 큰 차이를 보이지

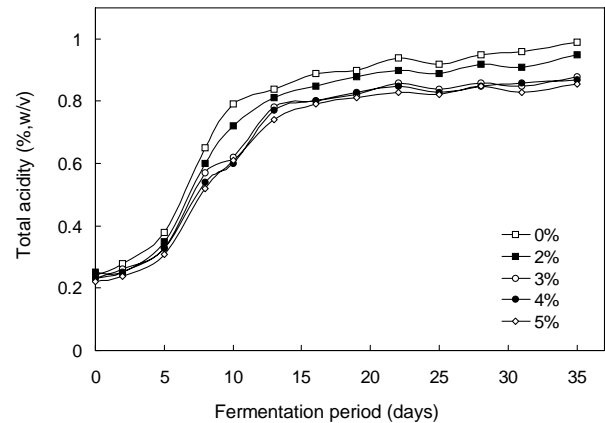


Fig. 2. Changes in total acidity of *baechu kimchi* prepared with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 35 days.

않아 고추냉이를 3% 이상 첨가하는 경우 발효를 지연시켜 주는 효과가 있는 것을 알 수 있었다.

총산을 기준으로 김치의 가식기간을 연구한 결과(15)에서 0.4~0.75%라고 하였고, 이에 의해 고추냉이를 첨가한 배추김치의 가식기간을 본 결과 0% 처리구는 발효 5~16일, 2% 처리구는 8~19일, 3%와 4% 처리구는 8~28일, 5% 처리구는 8~31일로 고추냉이 첨가량이 증가할수록 발효 중 산 생성량이 감소하였고, 김치의 가식기간이 연장되는 것을 알 수 있었다. 고추냉이 첨가량이 3% 이상인 처리구의 경우 0% 처리구에 비해 가식기간이 약 2배 정도가 증가하였다.

김치의 신맛은 pH보다는 총산에 의하여 결정되는 것으로 Kim과 Rhee(16)는 김치 발효 중 산도가 증가하는 현상은 유기산이 생성되어 증가하기 때문이라고 하였고, 이때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 주게 된다고 하였다. Ku 등(13)은 김치에 있어서 pH와 총산은 중요한 품질지표로서 발효 과정 중 무, 배추에 함유된 각종 효소들과 미생물의 번식으로 인하여 중요성분이 분해되고 또한 재합성이 이루어져 여러 유기산들이 만들어지고 김치 특유의 신선한 맛을 주게 되는데 이러한 유기산의 생성이 발효 중 김치의 pH를 낮아지게 하고 총산은 점차로 증가하게 하는 원인이 된다고 하였다.

총비타민 C

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 배추김치의 총비타민 C의 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 배추김치의 발효가 진행됨에 따라 총비타민 C 함량은 점차로 증가하여 최대값을 보인 후 감소하였다. 김치 숙성의 최적기에 총비타민 C 함량이 최대를 유지하는데, 본 실험에서 보면 0%와 2% 처리구는 발효 8일에 각각 14.6 mg%, 15.2 mg%를 3%, 4%와 5% 처리구는 발효 10일에 각각 16.0 mg%, 16.9 mg%, 17.5 mg%로 최대값을 보인 후 감소하였다.

담금 직후부터 발효 말기까지 0% 처리구에 비해 고추냉

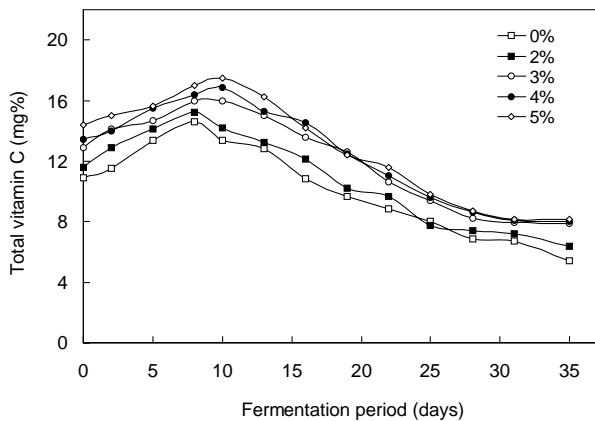


Fig. 3. Changes in total vitamin C content of *baechu kimchi* prepared with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 35 days.

이 첨가량이 증가할수록 총비타민 C 함량이 높았고, 특히 3% 이상 첨가한 처리구에서 더욱 높음을 알 수 있었다. 총비타민 C가 최대 함량을 보인 후 0%와 2% 처리구는 고추냉이를 3% 이상 첨가한 처리구에 비해 급격하게 감소하여 발효가 빨리 진행됨을 알 수 있었다.

발효 기간 중 총비타민 C 함량이 증가하는 것은 배추의 펙틴이 호기적으로 효모, 곰팡이에 의해 분비되는 polygalacturonase에 의해 분해되어 생성된 galacturonic acid가 기질이 되어 김치에 존재하는 미생물들의 일부와 총비타민 C 합성 효소에 의해 총비타민 C가 합성되기 때문이라고 하였다(14,17,18).

환원당

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 배추김치의 환원당 함량을 측정할 결과는 Fig. 4와 같다. 배추김치의 발효가 진행됨에 따라 환원당 함량은 점차로 감소하였고, 특히 발효 초기부터 적숙기까지는 빠르게 감소하다가 적숙기 이후에는 완만하게 감소하여 발효 말기에 환원당 함량이 낮아졌다.

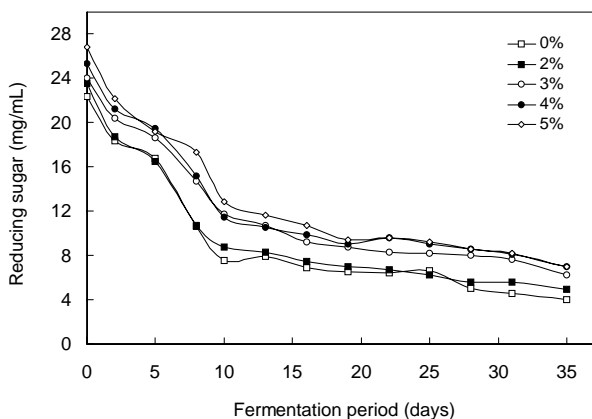


Fig. 4. Changes in reducing sugar content of *baechu kimchi* prepared with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 35 days.

본 실험의 결과는 배추김치에 관한 연구(9,19-21)들에서의 환원당 함량 변화와 유사한 경향을 보였다.

0% 처리구보다 고추냉이를 첨가한 처리구의 환원당 함량이 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 환원당 함량은 높게 유지되었다. 발효 전반적으로 0%와 2% 처리구가 3% 이상 첨가한 처리구에 비해 급격하게 환원당이 감소하여 발효가 빨리 진행됨을 알 수 있었다. 고추냉이를 3% 이상 첨가한 처리구의 경우 완만하게 환원당이 감소하였고, 발효 말기에는 환원당 함량이 높게 유지되었다.

Cho와 Lee(22)는 환원당 함량이 발효과정 중에 젖산 발효균 등의 미생물 작용으로 유기산과 그 외 여러 물질들로 변하기 때문에 김치가 익어감에 따라 환원당 함량이 감소한다고 하였다. 또한 Kang 등(23)도 김치가 익어감에 따라 미생물이 대사 및 증식을 위해 당을 주된 영양원으로 이용하기 때문에 미생물의 번식과 당류의 분해는 밀접한 관계가 있다고 하였다.

수용성 펙틴

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 배추김치의 수용성 펙틴 함량을 측정할 결과는 Fig. 5와 같다.

저장 0일에는 1.55~1.59 mg/mL로 처리구별로 큰 차이를 보이지 않았고, 배추김치가 익어감에 따라 수용성 펙틴의 함량은 모든 처리구에서 점차로 증가하였다. 고추냉이 첨가량이 증가할수록 수용성 펙틴의 함량은 낮았고, 발효 말기로 갈수록 3% 이상 첨가한 처리구가 0%와 2% 처리구에 비해 더욱 낮은 값을 보였다. 고추냉이 첨가량이 증가할수록 수용성 펙틴의 증가하는 폭이 감소하여 발효가 서서히 진행됨을 보여주었다. 발효 전반기에 걸쳐 0%와 2% 처리구의 수용성 펙틴 함량이 높게 나타난 것은 pH와 총산에서도 빠른 속도로 발효가 진행된 것과 일치하였고, 또한 고추냉이 3% 이상 첨가한 처리구의 경우 발효가 느리게 진행되었고 조직의 형태도 잘 유지하는 것을 알 수 있었다.

식물조직에서 세포벽의 구성성분 중 하나인 펙틴질은 텍

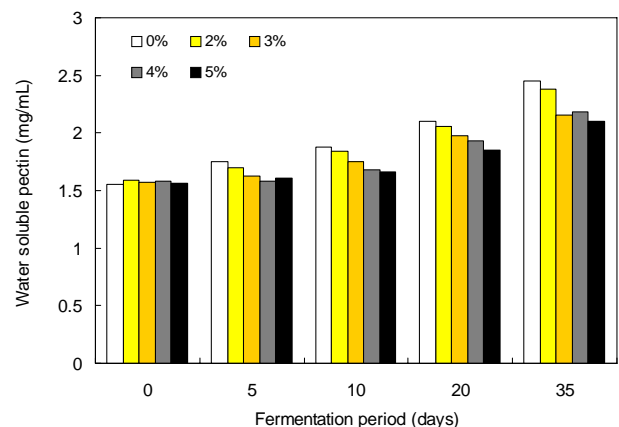


Fig. 5. Changes in water soluble pectin content of *baechu kimchi* prepared with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 35 days.

스처에 중요한 영향을 미치며, 특히 수용성 펙틴이 증가하면 식물조직의 연화를 가져오게 되는데, Kim과 Jang(24)의 각 두기 논문, Ahn과 Lee(25)의 김치 논문, Lee와 Lee(26)의 배추김치에 관한 연구에서도 발효가 진행됨에 따라 수용성 펙틴이 증가하여 조직이 물러졌다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 김치가 익어감에 따라 수용성 펙틴이 증가하는 것은 식물조직의 세포막 사이에 존재하는 protopectinase, polygalacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소 작용으로 불용성 펙틴이 수용성 펙틴으로 바뀌면서 조직이 물러지는 것이라고 하였다(27,28).

요 약

본 연구는 고추냉이 뿌리(이하 고추냉이)가 배추김치의 발효와 저장성에 미치는 영향을 알아보고, 배추김치의 저장성 향상을 위한 천연 첨가제로서의 고추냉이의 이용 가능성을 모색하고자 하였다. 배추 무게에 대하여 0, 2, 3, 4, 5%를 첨가하여 배추김치를 담그어 10°C에서 35일간 발효시키면서 이화학적 특성을 살펴보았다. 발효 전반적으로 0% 처리구가 가장 낮은 pH를 보였고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 pH가 높았다. 또한 고추냉이 첨가량이 증가할수록 적숙기의 pH를 오랫동안 유지하였다. 총산은 발효 초기부터 말기까지 0% 처리구의 가장 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 낮은 총산을 보여 고추냉이 첨가가 배추김치의 발효를 지연시켜 주었다. 특히 3% 이상 첨가할 경우 발효를 지연시켜 주는 효과가 있음을 알 수 있었다. 총비타민 C 함량은 발효가 진행됨에 따라 증가하다 0%와 2% 처리구는 발효 8일, 3%, 4%와 5% 처리구는 발효 10일에 최대값을 보인 후 감소하였다. 담금 직후부터 발효 말기까지 고추냉이 첨가량이 증가할수록 총비타민 C 함량이 높았고, 특히 3% 이상 첨가한 처리구에서 더욱 높았다. 3% 이상 첨가한 처리구가 0%와 2% 처리구에 비해 총비타민 C가 최대 함량을 보인 후 완만하게 감소하여 발효가 지연되었다. 고추냉이 첨가량이 증가할수록 환원당 함량은 높았고, 발효 전반적으로 0%와 2% 처리구가 급격하게 감소하여 발효가 빨리 진행됨을 알 수 있었다. 반면 3% 이상 첨가한 경우 완만하게 환원당이 감소하였고, 발효 말기에도 높은 함량을 유지하였다. 수용성 펙틴의 경우 배추김치가 익어감에 따라 모든 처리구에서 점차로 증가하였고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 수용성 펙틴의 함량은 낮았다. 발효 말기로 갈수록 3% 이상 첨가한 처리구가 0%와 2% 처리구에 비해 더욱 낮은 값을 보였고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 수용성 펙틴의 증가하는 폭이 감소하여 발효가 서서히 진행을 알 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 고추냉이를 첨가할 경우 배추김치의 발효를 지연시켜 저장성을 향상시켜 주었고, 특히 3% 이상 첨가할 경우 바람직한 효과를 보였다. 따라서 배추김치를 담글 때 고추냉이를 첨가하게 되면 품질과 저장성을 향상시켜줄 것

으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2006학년도 단국대학교 대학연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 野田克彦, 機崎さとみ, 谷口春雄. 1985. 스파이스類の大腸菌 増殖抑制と促進果. 日本食品工業學會誌 32: 791-796.
2. 金丸芳, 高谷友九, 官本佛次浪. 1989. 市販粉ワサビ, カラシ粉의細菌増殖抑制作用. 大阪市立大學生活科學部紀要 37: 1-7.
3. 山下公一朗. 1993. 鮮度保持シートの現状と應用開發. ファインケミカル 22: 74-74.
4. Hasegawa N, Matsumoto Y, Hoshino A, Iwashita K. 1999. Comparison of effects of *Wasabia japonica* and allylisothiocyanate on the growth of four strains of *Vibrio parahaemolyticus* in lean and fatty tuna meat suspensions. *Int J Food Microbiol* 49: 27-34.
5. 大村作. 1995. Candida albicans에對するallyl isothiocyanate의抗菌作用 菌作用に關する研究. 日大口科學 21: 261-269.
6. 一色賢司. 1994. 食用植物成分などによる真菌の生育抑制. 日本食品微生物學會誌 11: 19-22.
7. Jang MS, Yoon SJ. 2003. *Korean Food*. Hyoilbook, Seoul, Korea. p 63.
8. Moon SW, Shin HK, Gi GE. 2003. Effects of xylitol and grapefruit seed extract on sensory value and fermentation of *baechu kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 35: 246-253.
9. Jung SJ. 2005. Effect of Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum) stalk on the fermentation of *baechu* (*Brassica campestris* L.) *kimchi*. MS Thesis. Dankook University, Seoul, Korea.
10. Chyun JH, Rhee HS. 1976. Studies on the volatile fatty acids and carbon dioxide produced in different *Kimchis*. *Korean J Food Sci Technol* 8: 90-94.
11. Millers GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-431.
12. Blumenkrantz N, Asboe-Hansen G. 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. *Anal Biochem* 54: 484-489.
13. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1998. Some quality changes fermentation of *Kimchi*. *J Food Sci Technol* 23: 476-482.
14. Jang MS, Park JE. 2004. Effect of Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum) on the physicochemical properties of *Dongchimi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 392-398.
15. Lee KH, Cho HY, Pyun YR. 1991. Kinetic modelling for the prediction of shelf life of *kimchi* based on total acidity as a quality index. *Korean J Food Sci Technol* 23: 306-310.
16. Kim HO, Rhee HS. 1975. Studies on the nonvolatile organic acids in *kimchis* fermented at different temperatures. *Korean J Food Sci Technol* 7: 74-81.
17. Lee TY, Lee JW. 1981. The change of vitamin C content and effect of galacturonic acid addition during *Kimchi* fermentation. *J Korean Agric Soc* 24: 139-144.
18. Han HU, Lim HR, Park HK. 1990. Determination of microbial community as and indicator of *Kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 22: 26-32.
19. Cho HK, Park SH, Jo JS, Jung CS. 2001. Effect of the garlic on the fermentation and quality of *Kimchi*. *Korean J*

- Dietary Culture* 16: 470-477.
20. Jeon YS, Kye IS, Cheigh HS. 1999. Changes of vitamin C and fermentation characteristics of *Kimchi* on different cabbage variety and fermentation temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 773-779.
 21. Ha KH, Park SW. 1998. An effect of red-rile perisimmon on fermentation and sensory characteristics of *Kimchi*. *Korean J Food & Nutr* 11: 570-575.
 22. Cho Y, Lee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *Kimchi* fermentation (1). *Korean J Soc Food Sci* 7: 15-25.
 23. Kang Ko, Sohn HJ, Kim WJ. 1991. Changes in chemical and sensory properties of *Dongchimi* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 23: 267-271.
 24. Kim NY, Jang MS. 2001. Textural properties of *Kakdugi* by salting methods I - Water soluble pectin, PG activity, dietary fiber, total soluble solid -. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 503-509.
 25. Ahn SC, Lee GJ. 1995. Effects of salt-fermented fish and chitosan addition on the pectic substance and the texture changes of *Kimchi* during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 11: 309-315.
 26. Lee JS, Lee HJ. 2000. Effects of chitosan and organic acid salts on the shelf-life and pectin fraction of *Kimchi* during fermentation. *Korean J Food & Nutr* 13: 319-327.
 27. Jung GH, Ghee HS. 1986. Changes of texture in terms of the contents of cellulose, hemicellulose and pectic substances during fermentation of radish *Kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 2: 68-75.
 28. Ko YH, Park KW. 1984. Purification and characterization of chinese cabbage pectinesterase. *Korean J Food Sci Technol* 16: 235-241.

(2007년 6월 27일 접수; 2007년 8월 10일 채택)